

Attorney Docket No. 2752/LH

**IN THE UNITED STATES PATENT  
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): T. NISHIKOBARA, ET AL

Serial No. : 10/736,811

Filed : December 15, 2003

For : MEASURING APPARATUS AND  
MEASURING METHOD FOR PATTERN  
DEPENDENT JITTER

Art Unit : 2857  
Customer No.: 01933  
Examiner :

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT(S)**

Commissioner for Patents  
Alexandra, VA. 22313-1450

S I R :

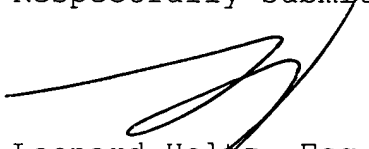
Enclosed are:

Certified copy(ies); priority is claimed under 35 USC

119:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filing Date:</u>
JAPAN	2002-365138	December 17, 2002


Respectfully submitted,

  
Leonard Holtz, Esq.  
Reg. No. 22,974

Frishauf, Holtz, Goodman & Chick, P.C.  
767 Third Avenue - 25th Floor  
New York, New York 10017-2023  
Tel. No. (212) 319-4900  
Fax No. (212) 319-5101  
LH:sp

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail with sufficient postage in an envelope addressed to: Mail Stop Missing Parts, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date noted below.

  
Sharon Portnoy

Dated: March 30, 2004

In the event that this Paper is late filed, and the necessary petition for extension of time is not filed concurrently herewith, please consider this as a Petition for the requisite extension of time, and to the extent not tendered by check attached hereto, authorization to charge the extension fee, or any other fee required in connection with this Paper, to Account No. 06-1378.

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

03752/LH

10/736811

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 7 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 6 5 1 3 8  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 6 5 1 3 8 ]

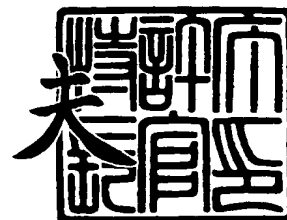
出 願 人  
Applicant(s): アンリツ株式会社



2 0 0 3 年 1 2 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 101677

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区南麻布五丁目 1 0 番 2 7 号 アンリツ株式会  
社内

    【氏名】 西小原 匡則

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区南麻布五丁目 1 0 番 2 7 号 アンリツ株式会  
社内

    【氏名】 石部 和彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000000572

    【氏名又は名称】 アンリツ株式会社

    【代表者】 塩見 昭

【代理人】

    【識別番号】 100079337

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 早川 誠志

    【電話番号】 03-3490-4516

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 043443

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9712293

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ジッタ測定装置およびジッタ測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定周波数のクロック信号を発生するクロック発生手段（21）と、

所定ビットで1フレームが構成される所定パターンのデータ信号を前記クロック信号に同期して出力するパターン発生手段（22）と、

前記パターン発生手段から出力されるデータ信号を受けた測定対象が出力する被測定データ信号と前記クロック発生手段から出力されているクロック信号とを受け、該被測定データ信号とクロック信号の同一時間領域における波形の情報を取得する波形情報取得手段（23、32）と、

前記波形情報取得手段によって取得された波形に対する平均化処理を行なう平均化手段（24、32）と、

前記平均化手段によって平均化された波形の情報に基づいて、前記被測定データ信号と前記クロック信号の位相差を各ビット毎に求める位相差検出手段（25）と、

前記位相差検出手段によって求められた各ビット毎の位相差の情報に対して、所定の帯域制限処理を行なう帯域制限手段（26）と、

前記帯域制限手段によって帯域制限された位相差の情報をパターン依存性ジッタとして出力する測定結果出力手段（27）とを備えたジッタ測定装置。

【請求項 2】

前記パターン発生手段は、出力するデータ信号の1フレーム中の任意のビット位置のデータ出力タイミングに同期したフレーム同期信号を前記波形情報取得手段に出力するように構成されており、

前記波形情報取得手段は、前記フレーム同期信号が入力されたタイミングを基準タイミングとして前記被測定データ信号とクロック信号の波形情報を取得するように構成されていることを特徴とする請求項1記載のジッタ測定装置。

【請求項 3】

前記波形情報取得手段と前記平均化手段とが、サンプリングオシロスコープに

よって構成されていることを特徴とする請求項 2 記載のジッタ測定装置。

#### 【請求項 4】

所定周波数のクロック信号に同期した所定ビット長の所定パターンのデータ信号を測定対象に入力する段階（S1、S11）と、

前記測定対象から出力される被測定データ信号と前記クロック信号の同一時間領域の波形の情報を取得する段階（S2、S12）と、

前記取得された波形に対する平均化処理を行なう段階（S3、S13）と、

前記平均化処理によって得られた波形に基づいて、前記被測定データ信号と前記クロック信号の位相差を、前記被測定データ信号の各ビット毎に求める段階（S4、S14）と、

前記求めた各ビット毎の位相差の情報に対して、所定の帯域制限処理を行なう段階（S5、S17）と、

前記帯域制限された位相差の情報をパターン依存性ジッタとして出力する段階（S6、S18）とを含むジッタ測定方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、データ信号に含まれるジッタ成分のうち、データ信号のパターンに依存して発生するパターン依存性ジッタを測定するための技術に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

データ伝送システムでは、そのデータ信号の位相の揺らぎ（ジッタ）が大きくなると、正常にデータ信号を伝達できなくなる。

##### 【0003】

このため、データ伝送システムやそれらを構成する機器のジッタ特性を予め測定しておく必要がある。

##### 【0004】

図10は、このような目的で使用される従来のジッタ測定装置10の構成を示すものであり、図10において、クロック発生手段11は所定周波数のクロック

信号 C K を出力し、パターン発生手段 1 2 は、クロック信号 C K に同期した所定ビット (N) 長で所定パターンのデータ信号 D t を出力する。

#### 【0 0 0 5】

測定対象 1 は、例えば、データ伝送システムに用いられるクロック・データ再生器であり、パターン発生手段 1 2 からのデータ信号 D t を波形整形して出力する。

#### 【0 0 0 6】

この測定対象 1 から出力されるデータ信号 D r は、被測定データ信号として波形観測器 1 3 に入力される。

#### 【0 0 0 7】

波形観測器 1 3 は、入力された被測定データ信号 D r の波形を表示する。

ここで、波形観測器 1 3 は、例えばクロック信号 C K を内部で P (データ信号 D t のデータ長 N より少ない数) 分周し、その分周信号のレベル変化タイミングをトリガタイミングとして、被測定データ信号 D r の波形を重書き表示する。

#### 【0 0 0 8】

ここで、データ信号 D t のパターンがランダムであれば、波形観測器 1 3 には、例えば図 1 1 に示すように、1 ビット幅で立ち上がりと立ち下がりが交差する波形が表示される。

#### 【0 0 0 9】

この波形はアイ (e y e) パターンと呼ばれており、被測定データ信号 D r のジッタが大きいと、アイパターンの立ち上がりと立ち下がりの交差部分の幅 W が大きくなる。

#### 【0 0 1 0】

したがって、この波形観測器 1 3 に表示されるアイパターンの交差部の幅 W から被測定データ信号 D r のジッタ量を把握できる。

#### 【0 0 1 1】

なお、上記のようにデータ信号のアイパターンを観測してジッタを求める方法は、例えば、特許文献 1 に記載されている。

#### 【0 0 1 2】

**【特許文献1】**

特開平5-145582

**【0013】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記のように波形観測器13に表示されるアイパターンの幅Wに基づいてジッタを測定する方法では、データ信号のパターンに依存して発生するパターン依存性ジッタを把握することはできない。

**【0014】**

即ち、ジッタには、機器自身の雑音や外来雑音等に起因して発生するランダムノイズ性のものと、伝送するデータ信号のパターンに起因して発生するパターン依存性ジッタとがある。

**【0015】**

パターン依存性ジッタは、測定対象1のデータ伝送通過帯域が高い（数GHz）場合に、直流成分が通過できないために生じる波形歪み、データ信号のデューティサイクル歪み、伝送される信号周波数に対して、機器の周波数特性が十分でないことによって生じる波形歪み等に起因して発生するジッタである。

**【0016】**

このパターン依存性ジッタは、データ信号が擬似ランダムパターンのようにランダム性の強い場合には大きな問題にならないが、実際にデータ伝送で用いるフレーム、例えばSDHフレームやSONETフレームのように常に先頭位置にスクランブルされていない特定のパターンが存在するデータ信号の場合、そのフレーム間隔（例えば、125 $\mu$ s間隔）で大きなパターン依存性ジッタが発生する。

**【0017】**

しかも、このフレーム間隔で発生するジッタの周波数は一般的にジッタ測定で規定されている周波数帯域内に入ってしまうため、他のランダムノイズ性のジッタと区別することができない。

**【0018】**

また、上記のようにデータ信号のパターンに依存するジッタの測定では、デー

タの位置とジッタとの関連性が把握できる必要があるが、上記したようなアイパターンの観測では、その関連性の正確な把握も困難である。

#### 【0 0 1 9】

このため、パターン依存性ジッタを正確に把握できるジッタ測定装置およびジッタ測定方法の実現が強く望まれていた。

#### 【0 0 2 0】

本発明は、この課題を解決して、パターン依存性ジッタを正確に把握できるジッタ測定装置およびジッタ測定方法を提供することを目的としている。

#### 【0 0 2 1】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明の請求項 1 のジッタ測定装置は、  
所定周波数のクロック信号を発生するクロック発生手段（2 1）と、  
所定ビットで 1 フレームが構成される所定パターンのデータ信号を前記クロック信号に同期して出力するパターン発生手段（2 2）と、

前記パターン発生手段から出力されるデータ信号を受けた測定対象が出力する被測定データ信号と前記クロック発生手段から出力されているクロック信号とを受け、該被測定データ信号とクロック信号の同一時間領域における波形の情報を取得する波形情報取得手段（2 3、3 2）と、

前記波形情報取得手段によって取得された波形に対する平均化処理を行なう平均化手段（2 4、3 2）と、

前記平均化手段によって平均化された波形の情報に基づいて、前記被測定データ信号と前記クロック信号の位相差を各ビット毎に求める位相差検出手段（2 5）と、

前記位相差検出手段によって求められた各ビット毎の位相差の情報に対して、所定の帯域制限処理を行なう帯域制限手段（2 6）と、

前記帯域制限手段によって帯域制限された位相差の情報をパターン依存性ジッタとして出力する測定結果出力手段（2 7）とを備えている。

#### 【0 0 2 2】

また、本発明の請求項 2 のジッタ測定装置は、請求項 1 のジッタ測定装置にお



いて、

前記パターン発生手段は、出力するデータ信号の 1 フレーム中の任意のビット位置のデータ出力タイミングに同期したフレーム同期信号を前記波形情報取得手段に出力するように構成されており、

前記波形情報取得手段は、前記フレーム同期信号が入力されたタイミングを基準タイミングとして前記被測定データ信号とクロック信号の波形情報を取得するように構成されている。

#### 【0023】

また、本発明の請求項 3 のジッタ測定装置は、請求項 2 のジッタ測定装置において、

前記波形情報取得手段と前記平均化手段とが、サンプリングオシロスコープによって構成されている。

#### 【0024】

また、本発明の請求項 4 のジッタ測定方法は、

所定周波数のクロック信号に同期した所定ビット長の所定パターンのデータ信号を測定対象に入力する段階（S1、S11）と、

前記測定対象から出力される被測定データ信号と前記クロック信号の同一時間領域の波形の情報を取得する段階（S2、S12）と、

前記取得された波形に対する平均化処理を行なう段階（S3、S13）と、

前記平均化処理によって得られた波形に基づいて、前記被測定データ信号と前記クロック信号の位相差を、前記被測定データ信号の各ビット毎に求める段階（S4、S14）と、

前記求めた各ビット毎の位相差の情報に対して、所定の帯域制限処理を行なう段階（S5、S17）と、

前記帯域制限された位相差の情報をパターン依存性ジッタとして出力する段階（S6、S18）とを含んでいる。

#### 【0025】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明を適用したジッタ測定装置20の基本構成を示している。

【0026】

図1において、クロック発生手段21は、測定対象1のデータ伝送レート（例えば約2.5Gbpsや約9.95Gbps）に対応した所定周波数のクロック信号CKを出力する。

【0027】

パターン発生手段22は、所定ビットNで1フレーム（例えば前記したSDH／SONETフレーム）が構成される所定パターンのデータ信号Dtをクロック信号CKに同期して繰り返し出力する。また、このパターン発生手段22は、データ信号Dtの所定ビット位置（例えば先頭位置）のデータ出力タイミングに同期したフレーム同期信号Sを出力する。

【0028】

なお、ここではデータ信号Dtを電気信号とするが、後述するように光のデータ信号であってもよい。

【0029】

また、上記クロック発生手段21とパターン発生手段22としては、それらの機能を有する1体型のパターン発生器（前記したように出力するデータ信号は電気信号でも光信号でもよい）で構成することができる。

【0030】

このデータ信号Dtは出力端子20aを介して測定対象1に入力される。

測定対象1は、データ伝送システムに用いられる各種の機器であり、ここでは、前記同様にデータ信号Dtを波形整形して出力するクロック・データ再生器として説明する。

【0031】

測定対象1から出力される被測定データ信号Drは、入力端子20bを介して波形情報取得手段23に入力される。

【0032】

波形情報取得手段23は、フレーム同期信号Sの入力タイミングを基準にして、被測定データ信号Drおよびクロック信号CKの同一時間領域における波形情

報を複数 (M) フレーム分取得する (例えば  $M=16$ )。

#### 【0033】

平均化手段 24 は、波形情報取得手段 23 によって取得された波形に対する次数  $M$  の平均化処理を行う。

#### 【0034】

この平均化処理により、被測定データ信号  $D_r$  およびクロック信号  $CK$  に含まれるランダムノイズ性のジッタ成分が除去され、パターン依存性ジッタの成分のみが残る。

#### 【0035】

上記波形情報取得手段 23 と平均化手段 24 は、後述するようにデジタル型のサンプリングオシロスコープを用いて構成することができる。

#### 【0036】

位相差検出手段 25 は、平均化手段 24 によって平均化処理された被測定データ信号  $D_r$  およびクロック信号  $CK$  の波形に基づいて、被測定データ信号  $D_r$  とクロック信号  $CK$  の各ビット毎の位相差を時間の単位で、被測定データ信号  $D_r$  の 1 フレーム分 ( $N$  ビット分) 求める。

#### 【0037】

帯域制限手段 26 は、位相差検出手段 25 によって検出された各ビット毎の位相差の情報に対して、前記ビットレートによって予め決められた帯域制限処理を行なう。

#### 【0038】

例えば前記した SDH/SONET の場合、伝送レートが約  $2.5\text{ Gbps}$  の場合、 $5\text{ kHz} \sim 20\text{ MHz}$ 、 $12\text{ kHz} \sim 20\text{ MHz}$ 、 $1\text{ MHz} \sim 20\text{ MHz}$  のいずれかの帯域制限処理を行なう。また、伝送レートが約  $9.95\text{ Gbps}$  の場合、 $20\text{ kHz} \sim 80\text{ MHz}$ 、 $50\text{ kHz} \sim 80\text{ MHz}$ 、 $4\text{ MHz} \sim 80\text{ MHz}$  のいずれかの帯域制限処理を行なう。

#### 【0039】

測定結果出力手段 27 は、表示器、プリンタあるいは外部装置へ情報の送信を行なう送信器等で構成されており、帯域制限手段 26 によって帯域制限された位

相差の情報を、データ信号  $D_t$  に対して測定対象 1 が発生させたパターン依存性ジッタ  $J_{dp}$  として表示出力、印刷出力あるいは外部装置へ出力する。

#### 【0040】

次に、このジッタ測定装置 20 の動作を説明する。

図 2 の (b) に示すようにクロック発生手段 21 から出力されるクロック信号  $CK$  に対して、パターン発生手段 22 からは、図 2 の (a) に示すフレーム同期信号  $S$  とデータ信号  $D_t$  (例えば前記した  $SDH$  フレームデータ) とが出力され、そのデータ信号  $D_t$  を受けた測定対象 1 からは、図 2 の (c) のような被測定データ信号  $D_r$  が出力される。

#### 【0041】

なお、クロック信号  $CK$ 、データ信号  $D_t$ 、被測定データ信号  $D_r$  およびフレーム同期信号  $S$  には、ランダムノイズ性のジッタ  $J_n$  が含まれている。

#### 【0042】

また、測定対象 1 に入力されるデータ信号  $D_t$  にはパターン依存性ジッタが含まれている場合もあるが、測定対象 1 のクロック・データ再生器の内部での波形整形処理によってそのパターン依存性ジッタの成分は無くなる。

#### 【0043】

したがって、被測定データ信号  $D_r$  には、ランダムノイズ性のジッタと測定対象 1 自身 (出力部) が発生したパターン依存性のジッタとが含まれている。

#### 【0044】

この被測定データ信号  $D_r$  は、クロック信号  $CK$  とともに波形情報取得手段 23 に入力され、両信号の同一時間領域における波形情報 (時間毎の振幅値の情報) が取得される。

#### 【0045】

ここで、波形情報取得手段 23 は、例えば、フレーム同期信号  $S$  が入力されたタイミングを基準としてそのタイミングから次のフレーム同期信号  $S$  が入力されるまでの間に入力される被測定データ信号  $D_r$  とクロック信号  $CK$  の波形情報を取得するという処理を  $M$  フレーム分行なう。

#### 【0046】

平均化手段 24 は、この M フレーム分の波形情報を平均化処理して、図 2 の (d)、(e) のように、ランダムノイズ性のジッタ成分が除去されたクロック信号  $CK'$  と被測定データ信号  $Dr'$  の波形情報を 1 フレーム分 (図 2 では一部のみを示す) 求める。

#### 【0047】

位相差検出手段 25 は、図 2 の (f) に示すように、このランダムノイズ性のジッタ成分が除去されたクロック信号  $CK'$  のレベル変位タイミング (ここでは立ち下がりタイミング) と被測定データ信号  $Dr'$  の符号境界との位相差 (時間差)  $\Delta T(i)$  を各ビット毎に求め、2 ビット目以降の位相差  $\Delta T(2) \sim \Delta T(N)$  を、1 ビット目の位相差  $\Delta T(1)$  分だけ補正して、各ビット毎の位相差  $\Delta T(i)'$  を以下のように求める。

#### 【0048】

$$\Delta T(1)' = 0$$

$$\Delta T(i)' = \Delta T(i) - \Delta T(1) \quad (i = 2 \sim N)$$

#### 【0049】

なお、各タイミングの検出は、信号振幅があるしきい値を越えたか否かを判断して行なうが、被測定データ信号  $Dr'$  の符号が変化しない (同一符号が連続する場合) 場合には、波形からその符号境界のタイミングを検出することは困難である。

#### 【0050】

そこで、実際には、被測定データ信号  $Dr'$  の符号が変化するときだけ、そのタイミングを検出してクロック信号  $CK'$  のレベル変位タイミングとの時間差を位相差として求め、被測定データ信号  $Dr'$  の符号が変化しない場合には、その前のビットの位相差を割当てる。

#### 【0051】

このようにして得られた 1 フレーム分の位相差  $\Delta T(1)' \sim \Delta T(N)'$  の情報は、パターン依存性ジッタによって生じたものであり、これを 1 フレーム分求めると、例えば図 3 に示すようなジッタ波形が得られる。

#### 【0052】

そして、このジッタ波形に対し、帯域制限手段 2 6 により例えばビットレート約 9.95 Gbps に対応した 4 MHz ~ 80 MHz の帯域制限処理を行なうと、図 4 のジッタ波形が得られる。この帯域制限処理は、図 3 のビット毎のジッタ波形を、ビットレートに基づいて時間軸上のジッタ波形に変換して、デジタルフィルタにより上記帯域制限を行なって得られたものである。

#### 【0053】

このジッタ波形の先頭部には、SDH/SONET フレームの先頭部のスクランブルされていない特定パターンに起因して、大きなパターン依存性ジッタが発生していることが判る。

#### 【0054】

測定結果出力手段 2 7 は、図 4 のように帯域制限処理されたジッタの波形を、データ信号 D t に対して測定対象 1 が発生したパターン依存性ジッタとして画面に表示したり、印刷出力、あるいは他装置へ送信する。

#### 【0055】

なお、この測定結果は、上記のように位相差を時間の単位で表したもののほかに、UIpp (ユニットインターバル) の単位に換算して出力してもよい。

#### 【0056】

図 5 は、上記したパターン依存性ジッタの測定方法の手順をまとめたものである。

#### 【0057】

即ち、所定周波数のクロック信号 C K に同期した N ビット長の所定パターンのデータ信号 D t を測定対象 1 に与えて (S 1)、測定対象 1 から出力される被測定データ信号 D r と、クロック発生手段 2 1 からのクロック信号 C K の同一時間領域の波形の情報を取得する (S 2)。

#### 【0058】

そして、取得された波形に対する平均化処理を行ない (S 3)、ランダムノイズ性ジッタを除去し、その平均化処理によって得られた波形に基づいて、クロック信号 C K' と被測定データ信号 D r' の位相差  $\Delta T(i)'$  を、被測定データ信号の各ビット毎に 1 フレーム分求める (S 4)。

**【0059】**

続いて、求めた1フレーム分の位相差の情報に対して、所定の帯域制限処理を行ない（S5）、測定対象1のパターン依存性ジッタを求め、これを測定結果として出力する（S6）。

**【0060】**

このように実施形態のジッタ測定装置20および測定方法では、測定対象1から出力される被測定データ信号Drとクロック信号CKの同一時間領域における波形情報を取得し、その波形情報を平均化処理してランダムノイズ性のジッタ成分を除去し、そのノイズ性ジッタが除去されたクロック信号CK'と被測定データ信号Dr'の各ビット毎の位相差を1フレーム分求め、その位相差の情報に対して所定の帯域制限処理を行なうことで、パターン依存性ジッタを測定している。

**【0061】**

このため、従来のようなアイパターンの観測では不可能であったパターン依存性ジッタのみを正確に測定することができる。

**【0062】**

また、データ信号の位置とパターン依存性ジッタとの関連を容易に把握できる。

**【0063】**

上記説明は、本発明のジッタ測定装置の基本的な構成について説明したものであるが、次に、より具体的なジッタ測定装置の構成例について説明する。

**【0064】**

図6に示すジッタ測定装置20'は、電気のデータ信号を光のデータ信号に変換して出射する光送信機（電気光変換器）を測定対象1とするものであり、測定対象1に対して電気のデータ信号Dtを与えるとともに、出力端子20cを介してクロック信号CKを与えている。

**【0065】**

この種の測定対象1の場合、一般的に入力するデータ信号のジッタの影響を受けないように、クロック信号CKを内部で適度に遅延し、遅延したクロック信号

でデータ信号  $D_t$  の波形整形を行い、その波形整形後の信号で光を強度変調して光の被測定データ信号  $D_p$  を出射している。

#### 【0066】

したがって、パターン発生手段 22 から出力されるデータ信号  $D_t$  にパターン依存性ジッタが含まれていても、上記データの波形整形処理によってそのジッタ成分は無視できる程度に小さくなり、測定対象 1 から出力される被測定データ信号  $D_p$  に含まれるパターン依存性ジッタは、測定対象 1 自体（主に変調部や出力部）で発生したものと見なすことができる。

#### 【0067】

ジッタ測定装置 20' はこの光の被測定データ信号  $D_p$  を入力端子 20d で受け、光電変換器 31 によって電気の被測定データ信号  $D_r$  に変換する。なお、後述するようにサンプリングオシロスコープ 32 が光信号を直接受けて内部で光電変換する機能を有している場合には、この光電変換器 31 を省略して、光の被測定データ信号  $D_p$  をサンプリングオシロスコープ 32 に直接入力することができる。

#### 【0068】

このジッタ測定装置 20' では、前記した波形情報取得手段 23 と平均化手段 24 の代わりに、高速なデータ信号の波形情報の取得機能と、取得した波形の平均化処理機能を備えたデジタル型のサンプリングオシロスコープ 32 を用いている。

#### 【0069】

サンプリングオシロスコープ 32 は、例えば図 7 の (a)、(b) に示すように入力されるクロック信号  $CK$  と被測定データ信号  $D_r$  に対して、図 7 の (c) のように、データ信号  $D_t$  のフレーム周期  $T_f$ （クロック信号  $CK$  の周期を  $T_c$  とすれば  $N \cdot T_c$ ）の  $K$  倍（ $K$  は任意の整数で図 7 では  $K=1$  の場合を示している）の周期  $K \cdot T_f$  に対して僅かな時間  $\Delta T_r$  だけ異なる周期  $T_s$ （ $=K \cdot T_f + \Delta T_r$  または  $=K \cdot T_f - \Delta T_r$ ）でサンプリングを行うように構成されており、図 7 の (d)、(e) のように、クロック信号  $CK$  および被測定データ信号  $D_r$  の波形情報  $H_c$ 、 $H_d$  を  $\Delta T_r$  の時間分解能で求める。



## 【0070】

このサンプリングオシロスコープ32は、外部トリガ端子（図示せず）に入力される信号のレベル変位タイミングに同期あるいはそのタイミングから任意時間経過したタイミングから、波形情報の取得を開始できる外部トリガ機能を有している。

## 【0071】

ただし、この種のサンプリングオシロスコープの場合、観測できる波形の長さ（時間幅）は、時間分解能 $\Delta T_r$ と波形情報を記憶するためのメモリの容量とで決まり、上記のように被測定データ信号 $D_r$ やクロック信号 $CK$ の位相差を精度よく検出するためには、時間分解能 $\Delta T_r$ を小さくする必要がある。

## 【0072】

したがって、被測定データ信号 $D_r$ の1フレーム分の波形の情報を一挙に取得したり、平均化処理することは通常困難である。

## 【0073】

そこで、ここでは、被測定データ信号 $D_r$ とクロック信号 $CK$ の波形情報の取得開始タイミング（取得範囲）を $Q$ ビット分ずつシフトさせている。なお、値 $Q$ は、前記したように小さい時間分解能 $\Delta T_r$ で波形情報を取得して平均化処理を行なうことが可能な波形のビット長以下で1以上の値であればよい。

## 【0074】

この波形情報の取得タイミングのシフトは、パターン発生手段22から出力されるフレーム同期信号 $S$ を遅延手段33によって $Q$ ビット長に相当する時間（ $Q \cdot T_c$ ）単位で遅延し、その遅延したフレーム同期信号 $S_d$ を前記したサンプリングオシロスコープ32の外部トリガ端子に入力することで実現している。

## 【0075】

一方、位相差検出手段25は、サンプリングオシロスコープ32によって取得され、平均化処理された被測定データ信号 $D_r'$ とクロック信号 $CK'$ の波形情報を受けて、被測定データ信号 $D_r'$ とクロック信号 $CK$ の $Q$ ビット分の位相差 $\Delta T(i)' \sim \Delta T(i+Q-1)'$ を求めてから、遅延手段33の遅延量を $Q$ ビット分増加させて、被測定データ信号 $D_r'$ とクロック信号 $CK$ に対するサン

プリングオシロスコープ 32 の波形情報の取得領域を  $Q$  ビット分シフトさせ、その状態でサンプリングオシロスコープ 32 によって取得され平均化処理された被測定データ信号  $D_r'$  とクロック信号  $CK$  の波形情報を受けて、その位相差  $\Delta T(i+Q)' \sim \Delta T(i+2Q-1)'$  を求めるという動作を繰り返して、前記同様に 1 フレーム分の位相差  $\Delta T(1)' \sim \Delta T(N)'$  を求める。

#### 【0076】

このようにして得られた各ビット毎の位相差  $\Delta T(1)' \sim \Delta T(N)'$  の情報は、前記同様に帯域制限手段 26 に出力されて、ビットレートによって予め決められた帯域制限処理がなされ、その処理結果が測定結果出力手段 27 に出力され、データ信号  $D_t$  に対して測定対象 1 が発生させたパターン依存性ジッタ  $J_{dp}$  として時間単位あるいは  $UI_{pp}$  単位で表示出力、印刷出力あるいは外部装置へ出力される。

#### 【0077】

図 8 は、上記したサンプリングオシロスコープ 32 を用いたパターン依存性ジッタの測定方法の手順をまとめたものである。

#### 【0078】

即ち、所定周波数のクロック信号  $CK$  と、そのクロック信号  $CK$  に同期した  $N$  ビット長の所定パターンのデータ信号  $D_t$  を測定対象 1 に与えて (S11)、測定対象 1 から出射され光電変換された被測定データ信号  $D_r$  とクロック信号  $CK$  の同一時間領域の波形の情報を  $Q$  ビット分取得する (S12)。

#### 【0079】

そして、取得された波形に対する平均化処理を行ない (S13)、ランダムノイズ性ジッタを除去し、その平均化処理によって得られた波形に基づいて、クロック信号  $CK'$  と被測定データ信号  $D_r'$  の  $Q$  ビット分の位相差  $\Delta T(i)'$  を求める (S14)。

#### 【0080】

以下、S12～S14 までの処理を、波形取得範囲を  $Q$  ビット分ずつずらしながら (S16)、 $N/Q$  回繰り返して、全ビット分 (1 フレーム分) の位相差が得られると (S15)、その 1 フレーム分の位相差の情報に対して、所定の帯域

制限処理を行ない（S17）、その処理結果を測定対象1のパターン依存性ジッタとして出力する（S18）。

#### 【0081】

なお、前記したように、サンプリングオシロスコープ32自体に波形情報の取得タイミング（取得範囲）を任意にずらすシフト機能がある場合には、外部に遅延手段を設けずに、サンプリングオシロスコープのシフト機能を位相差検出手段25によって制御して、波形情報の取得タイミングをずらしてもよい。

#### 【0082】

また、パターン発生手段22側にフレーム同期信号Sの出力タイミングをずらすシフト機能がある場合にも、外部に遅延手段を設けずに、その機能を位相差検出手段25によって制御することで、前記同様に波形情報の取得タイミングをずらすことができる。

#### 【0083】

また、サンプリングオシロスコープ32とパターン発生手段22の両方に前記したシフト機能が有る場合には、その両者を位相差検出手段25によって制御することで、波形情報の取得タイミングをずらすことができる。

#### 【0084】

例えば、サンプリングオシロスコープ32側のシフト機能が1ビット単位でNより少ないビット数（例えば16ビット分）までシフトでき、パターン発生手段22側のシフト機能が16ビット単位でシフトできるような場合には、サンプリングオシロスコープ32側のシフト機能で1ビットずつ16ビット分シフトして各ビットの位相差を求めてから初期状態に戻し、パターン発生手段側22のシフト機能で16ビット分シフトしてから、再び、サンプリングオシロスコープ32側のシフト機能で1ビットずつ16ビット分シフトして各ビットの位相差を求めるという処理を行なう。

#### 【0085】

また、サンプリングオシロスコープ32に、入力される2つの信号CK、Drの位相を相対的に可変できる機能がある場合には、その機能を位相差検出手段25によって制御して、被測定データ信号Drの最初のレベル変位タイミングをク

ロック信号CKのレベル変位タイミングに合わせることで、前記した初期位相差 $\Delta T(1)$ を0に設定することができる。このようにすれば、前記した初期位相差 $\Delta T(1)$ による減算補正を行なう必要がなく、それ以降のビットについて、クロック信号CKのレベル変位タイミングと被測定データ信号Drのレベル変位タイミング（符号変化タイミング）の時間差をそのまま位相差として用いることができる。

#### 【0086】

また、前記したジッタ測定装置20'では、電気のデータ信号Dtを測定対象1に与え、測定対象1から出力される光の被測定データ信号Dpを、電気の被測定データ信号Drに変換して波形情報を取得していたが、図9に示すジッタ測定装置20''のように、データ信号Dtを電気光変換器35によって光のデータ信号Dt'に変換して出力端子20eから例えば光増幅器のような測定対象1に与え、測定対象1から出射される光の被測定データ信号Dpを光電変換器31で電気の被測定データ信号Drに変換して波形情報を取得することもできる。

#### 【0087】

また、この場合でも、サンプリングオシロスコープ32が光信号を直接受けて内部で光電変換する機能を有している場合には、この光電変換器31を省略して、光の被測定データ信号Dpをサンプリングオシロスコープ32に直接入力することができる。

#### 【0088】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のジッタ測定装置および測定方法は、測定対象から出力される被測定データ信号とクロック信号の同一時間領域における波形情報を取得し、その波形情報を平均化処理してランダムノイズ性のジッタ成分を除去し、そのランダムノイズ性ジッタが除去されたクロック信号と被測定データ信号の各ビット毎の位相差を1フレーム分求め、その位相差の情報に対して所定の帯域制限処理を行なうことで、パターン依存性ジッタを測定している。

#### 【0089】

このため、従来のようなアイパターンの観測では不可能であったパターン依存

性ジッタのみを正確に測定することができ、また、データの位置とパターン依存性ジッタの関連性を容易に把握できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態の基本構成を示す図

【図 2】

本発明の実施形態の動作を説明するための信号図

【図 3】

本発明の実施形態によって得られた帯域制限処理前のジッタ波形図

【図 4】

本発明の実施形態によって得られた帯域制限処理後のジッタ波形図

【図 5】

実施形態の処理手順を示すフローチャート

【図 6】

本発明の実施形態の具体的な構成例を示す図

【図 7】

図 6 の実施形態の要部の動作を説明するための図

【図 8】

実施形態の処理手順を示すフローチャート

【図 9】

他の実施形態の構成を示す図

【図 1 0】

従来のジッタ測定システムを示す図

【図 1 1】

従来のジッタ測定方法を説明するための図

【符号の説明】

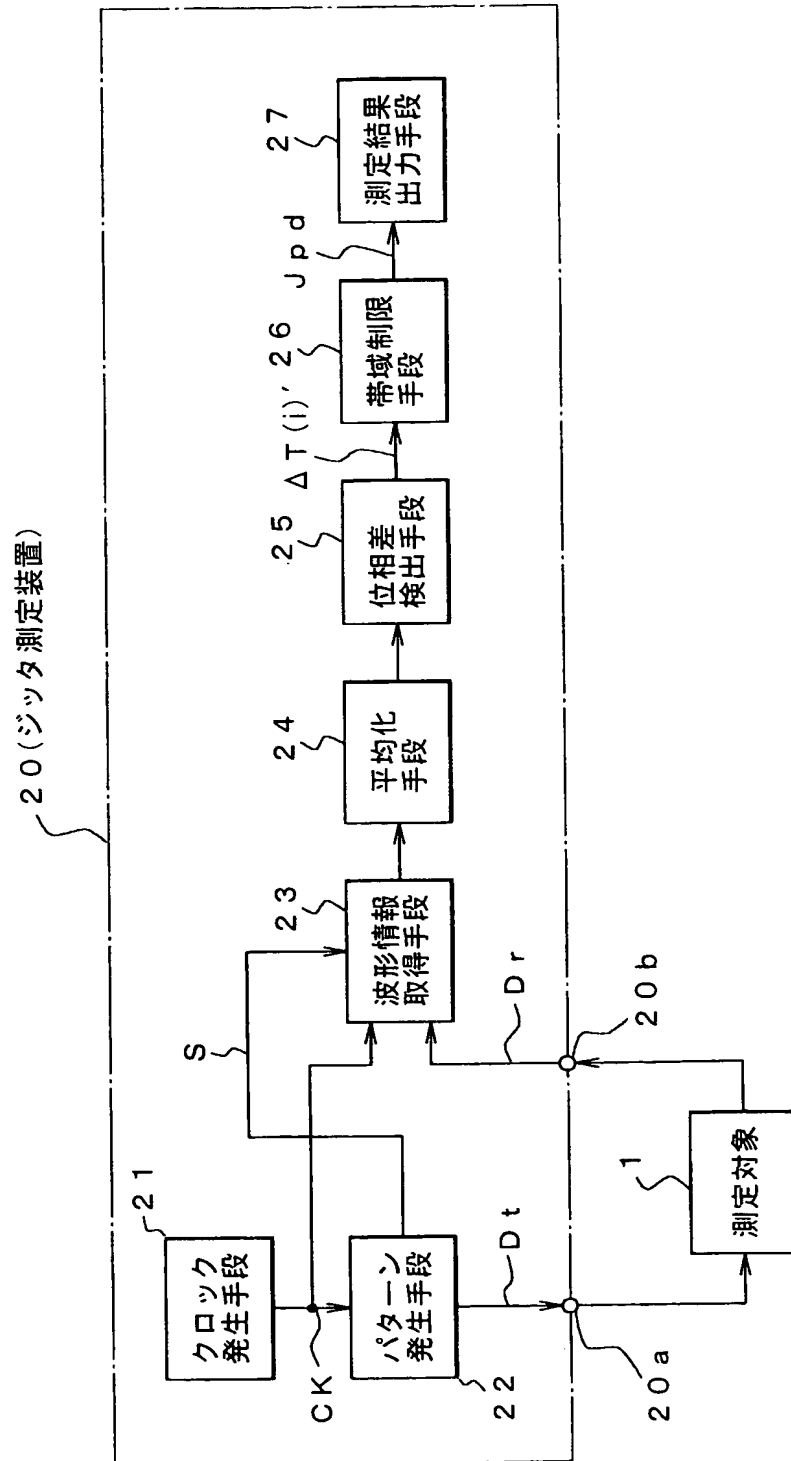
1 ……測定対象、2 0、2 0' 2 0" ……ジッタ測定装置、2 1 ……クロック発生手段、2 2 ……パターン発生手段、2 3 ……波形情報取得手段、2 4 ……平均化手段、2 5 ……位相差検出手段、2 6 ……帯域制限手段、2 7 ……測定結果

出力手段、3 1 ……光電変換器、3 2 ……サンプリングオシロスコープ、3 3 ……  
 ……遅延手段、3 5 ……電気光変換器

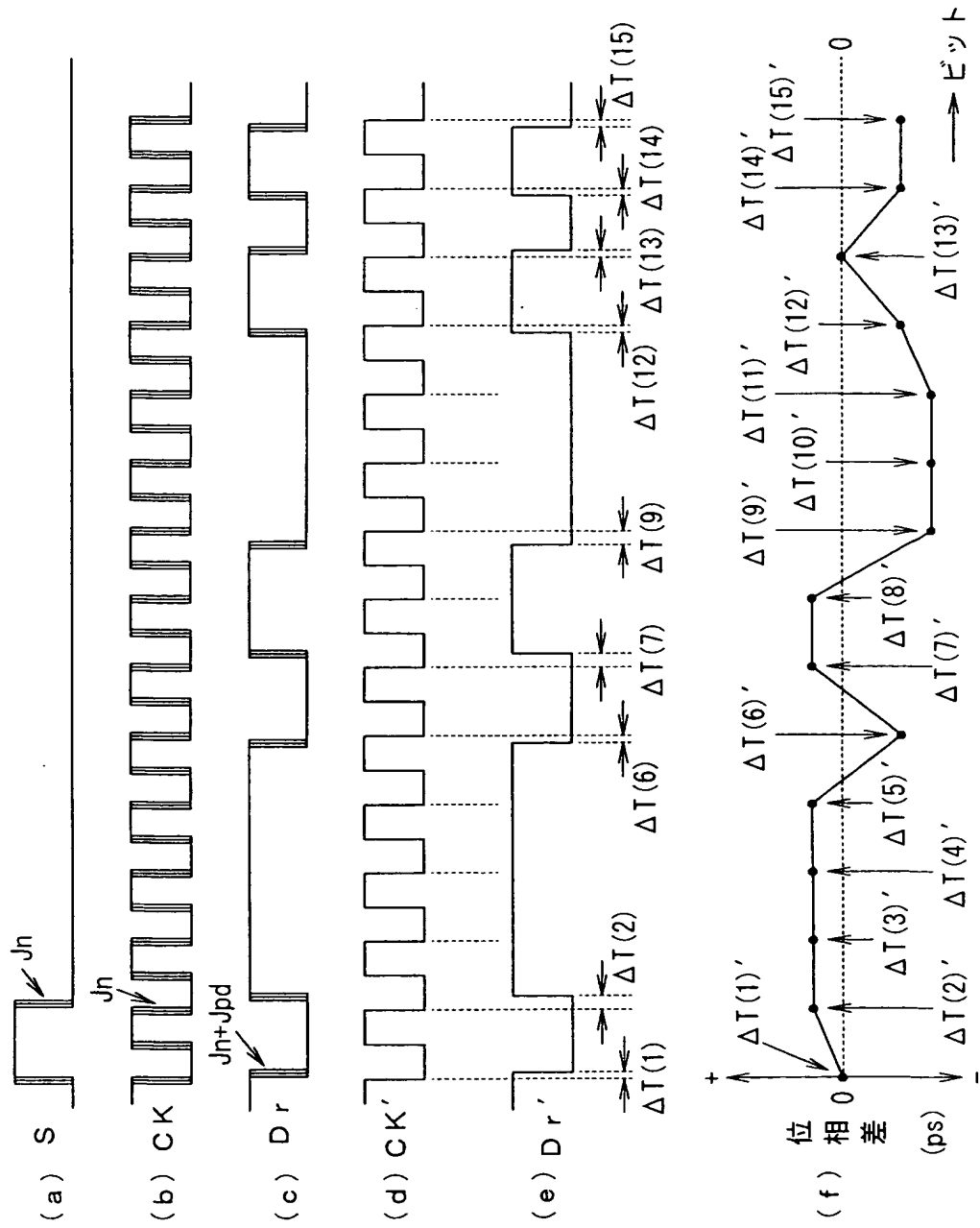
【書類名】

図面

【図 1】

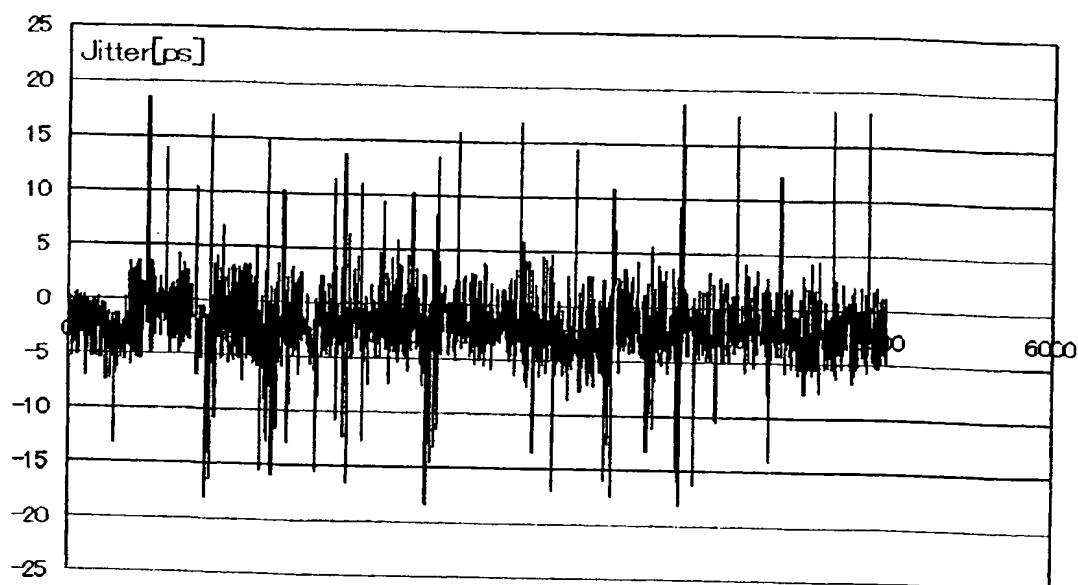


【図 2】

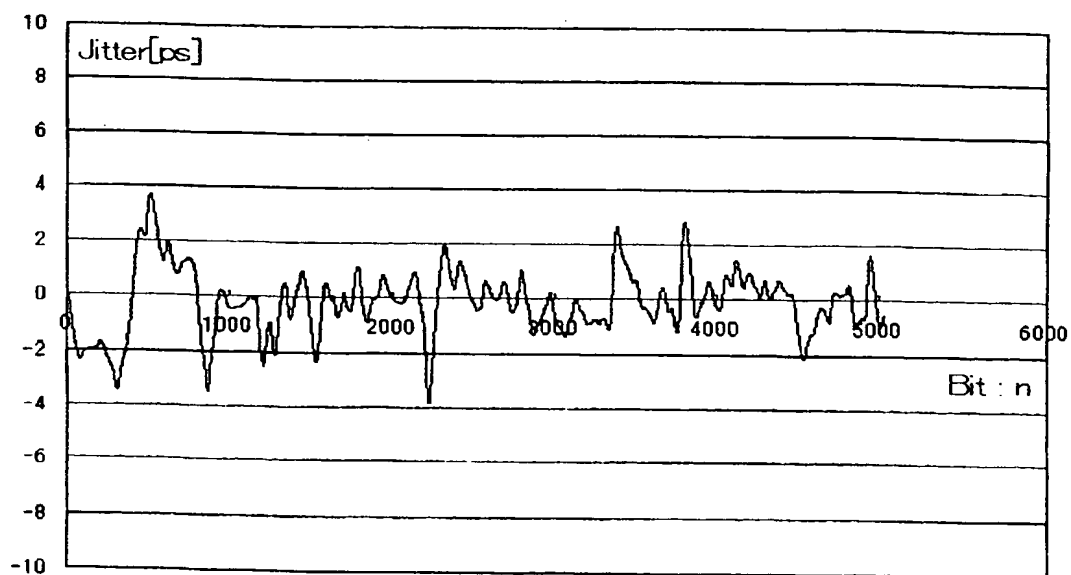




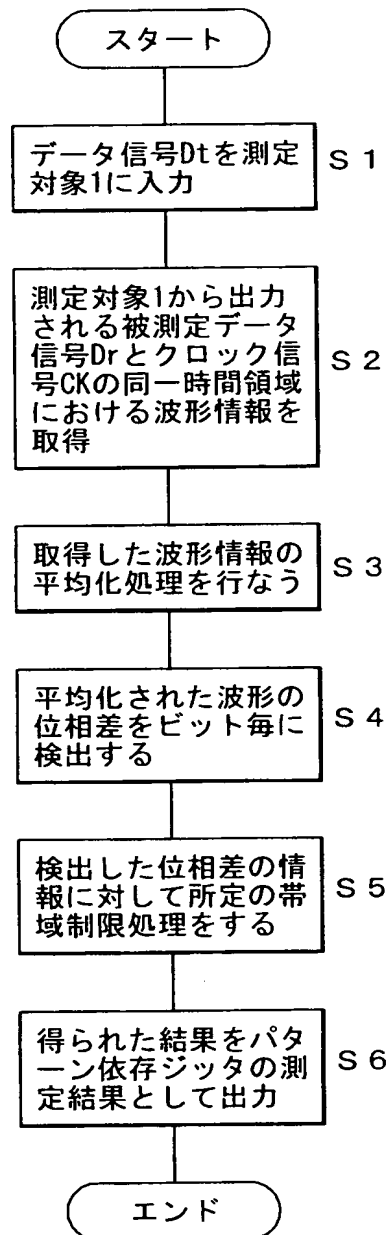
【図 3】



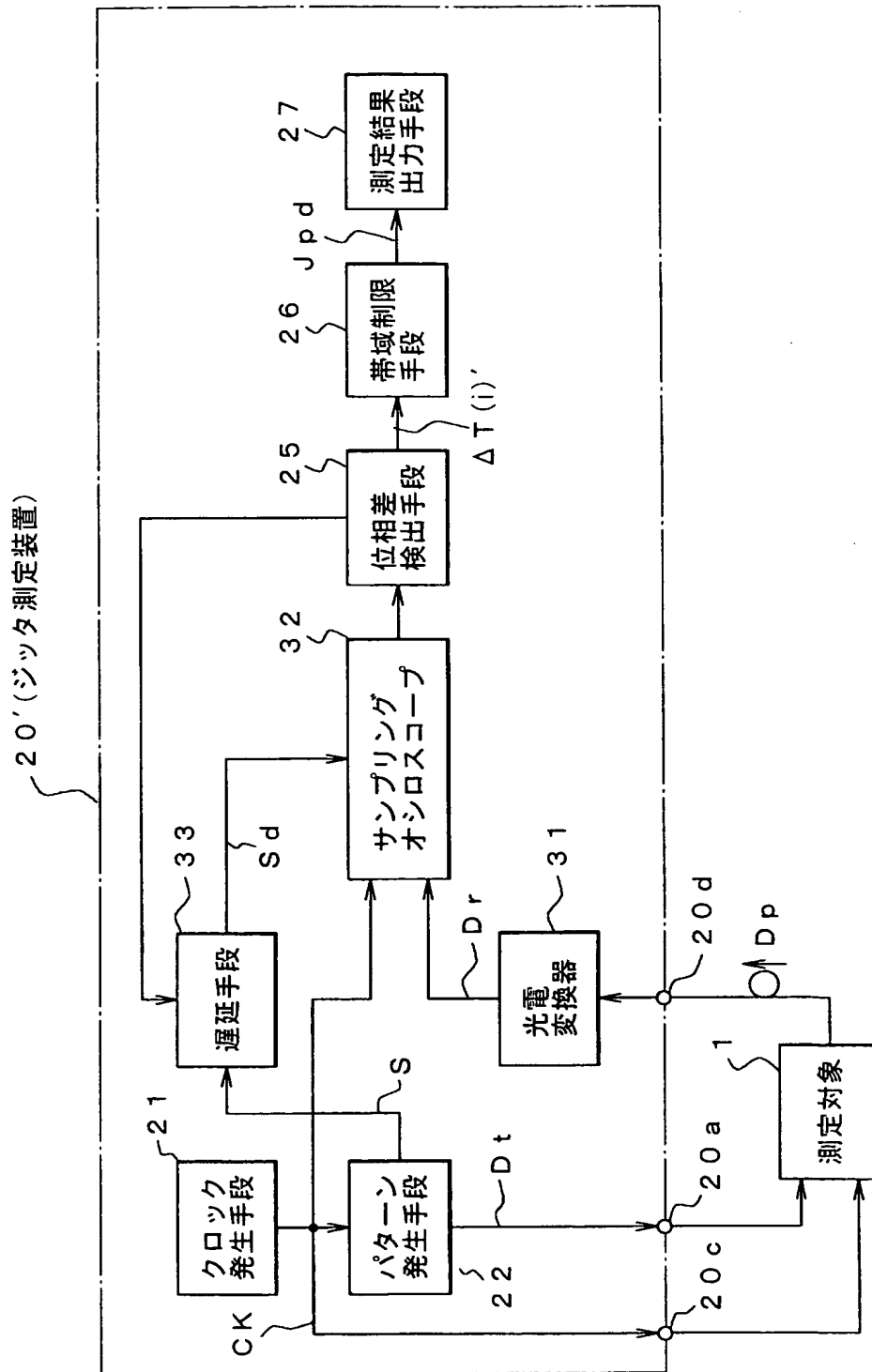
【図 4】



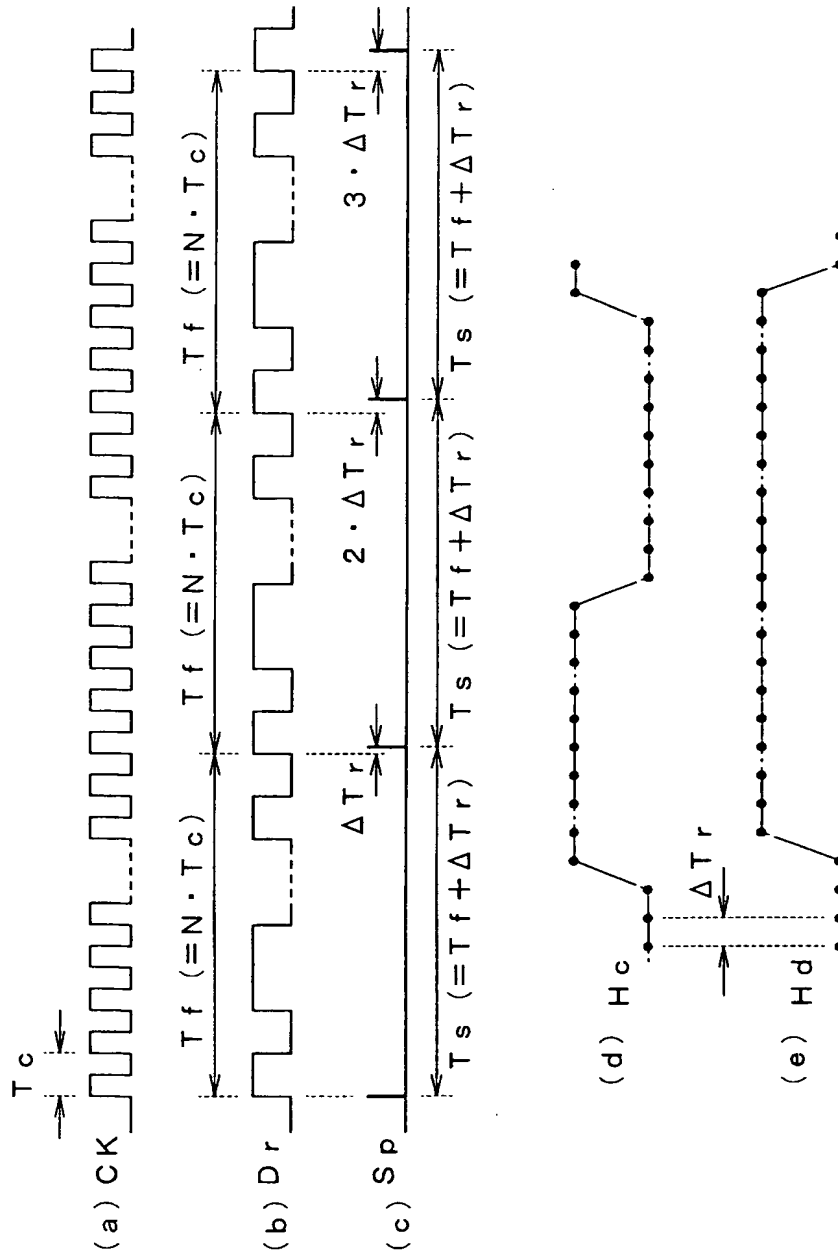
【図 5】



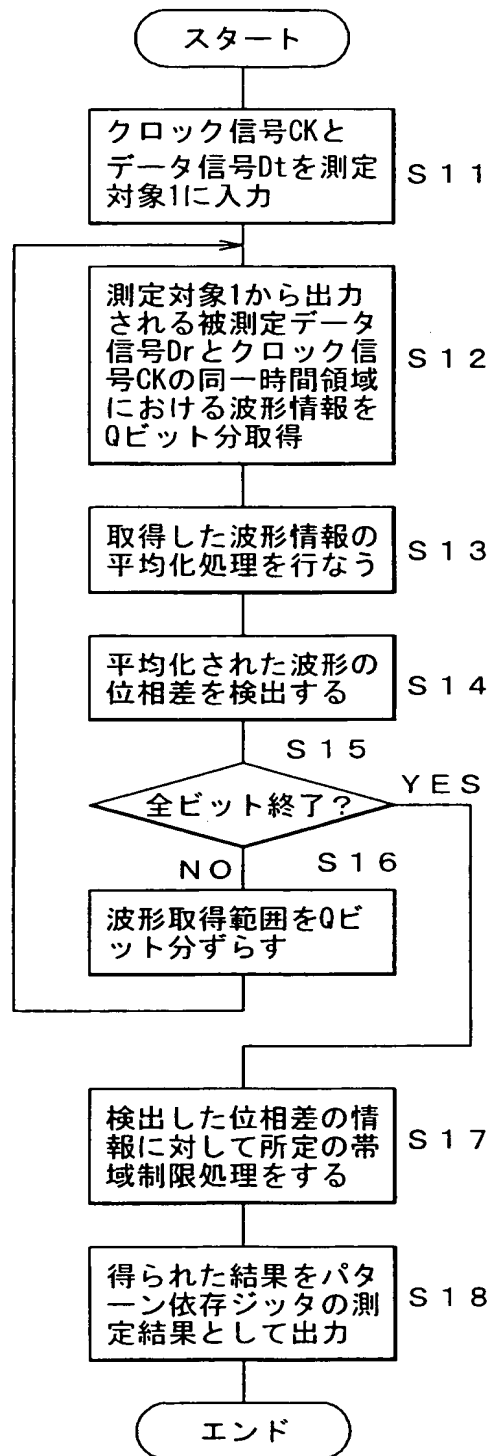
【図 6】



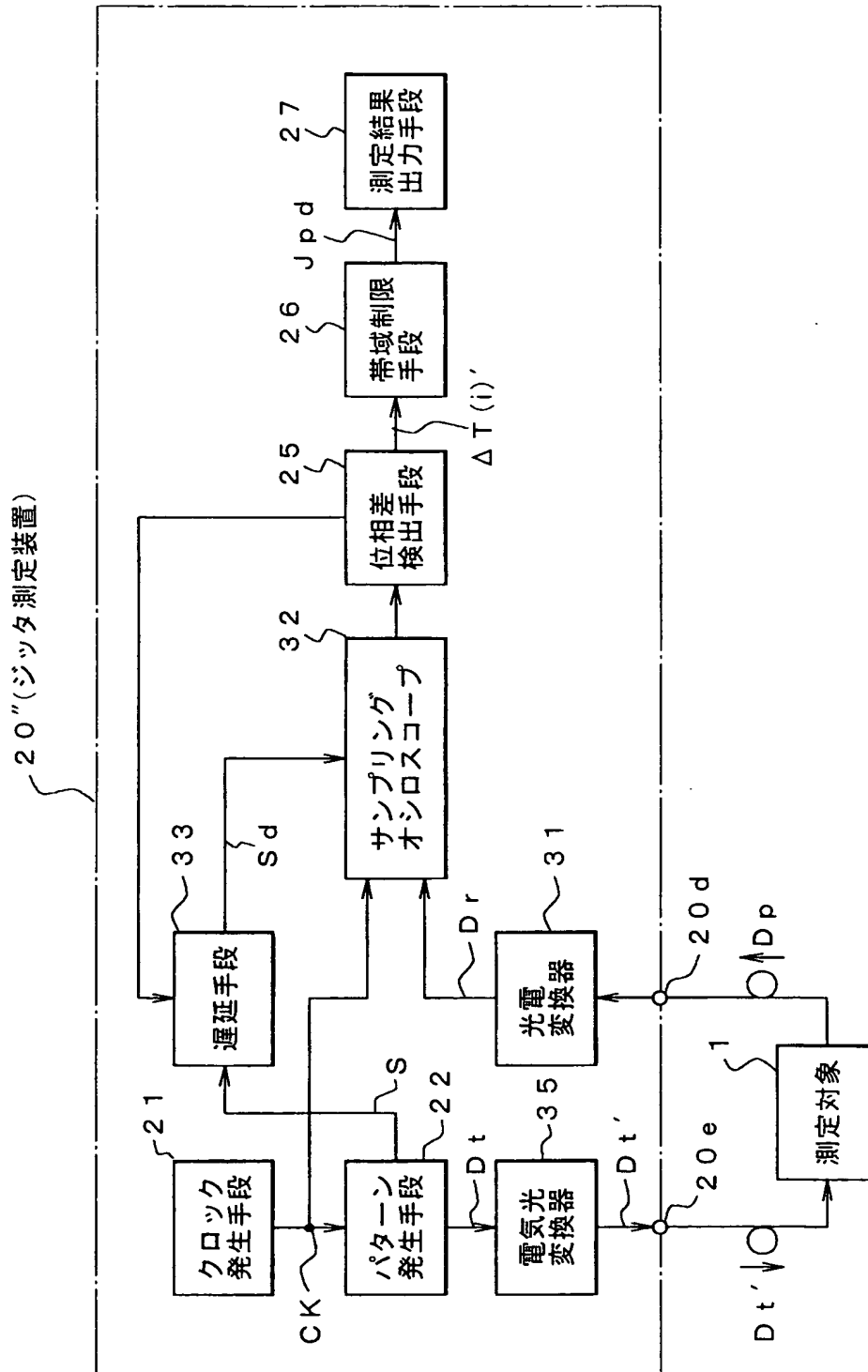
【図 7】



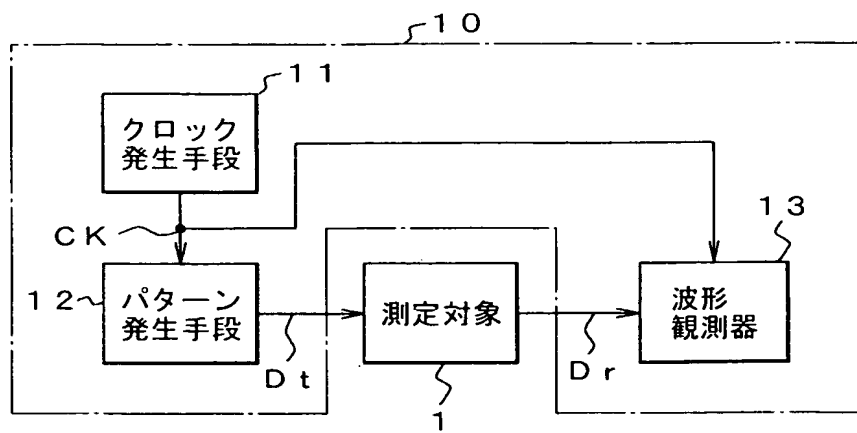
【図 8】



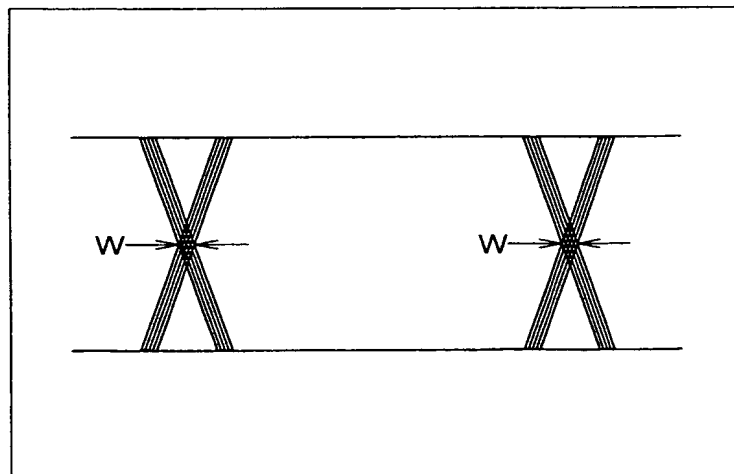
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パターン依存性ジッタを正確に測定できるようにする。

【解決手段】 波形情報取得手段 23 は、パターン発生手段 22 から出力されたデータ信号  $D_t$  を受けた測定対象 1 が出力する被測定データ信号  $D_r$  と、クロック発生手段 21 から出力されるクロック信号  $CK$  の同一時間領域における波形情報を取得する。平均化手段 24 は、取得された波形情報を平均化処理してクロック信号  $CK$  と被測定データ信号  $D_r$  のランダムノイズ性のジッタ成分を除去する。位相差検出手段 25 は、ランダムノイズ性ジッタが除去されたクロック信号と被測定データ信号の各ビット毎の位相差を 1 フレーム分求める。帯域制限手段 26 は、位相差検出手段 25 によって得られた位相差の情報に対して所定の帯域制限処理を行い、測定結果出力手段 27 は、帯域制限処理の結果を、データ信号  $D_t$  に対して測定対象 1 が発生したパターン依存性ジッタとして出力する。

【選択図】 図 1



# 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 6 5 1 3 8
受付番号	5 0 2 0 1 9 0 9 1 8 0
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 1 8 日

## < 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年12月17日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 6 5 1 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 7 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南麻布 5 丁目 1 0 番 2 7 号

氏 名

アンリツ株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地

氏 名

アンリツ株式会社